

로봇을 이용한 스프레이 건의 분사각도에 따른 색 특성 연구

이운상*, 양병모**, Md. Iqbal Mahmud***, 김성호*, 조행묵*

*공주대학교 기계공학과

** (주)설화모터스

***마울라나바사니과학기술대학교 기계공학과

e-mail:lws2614@naver.com

Color Characteristics depending on Spray Angle of Paint Gun by Robot

Woon-Sang Lee*, Byung-Mo Yang**, Md. Iqbal Mahmud***, Sung-Ho Kim*, Haeng-Muk Cho*

*Dept. of Mechanical Engineering, Kongju National University

**Sulhwa Motors Inc.

***Dept. of Mechanical Engineering, Mawlana Bhashani Science and Technology University, Bangladesh

요약

스프레이 건의 도료 분사각도는 피도물과 수직일 때 가장 이상적이지만, 작업자는 일정한 패턴을 유지하기 어려우며 작업자의 숙련도에 따라 색이 달라보인다. 본 논문에서는 스프레이 건의 이송 속도, 스프레이 건과 피도물까지 거리 등을 일정하게 유지하기 위해 3축 페인팅 로봇을 이용하여 스프레이 건의 분사 각도에 따른 색 차이를 분석하였다. 시계방향로 회전 시킬수록 명도(L) 값이 커져 색이 밝아지는 경향을 보였으며, a*과 b*의 영향은 미비한 것으로 나타났다. 이는 분사각도를 회전 시킬수록 도료 중 메탈릭 입자가 도장면 위쪽에 많이 분포되어 밝아진 것으로 판단된다.

1. 서론

자동차 운행 중 사고 또는 노후로 인하여 자동차 패널에 흠집, 도장 부식, 도장 벗겨짐 등이 발생하며 수리를 위해 자동차 보수 도장을 실시한다⁽¹⁾. 자동차 보수 도장시 스프레이 건의 도료 분사각도는 피도물과 수직일 때 가장 이상적이기 때문에 작업자는 항상 일정하게 도장 작업을 하려고 한다. 하지만, 작업자의 숙련도와 컨디션에 따라 자동차 보수도장 작업시 항상 일정한 패턴으로 작업하는 것이 불가능하며, 도막의 두께와 메탈릭 입자의 형성이 달라져 색이 다르게 보인다.

본 논문에서는 3축 페인팅 로봇을 이용하여 스프레이 건의 분사 각도에 따른 색 차이를 분석하였다.

2. 실험장치 및 방법

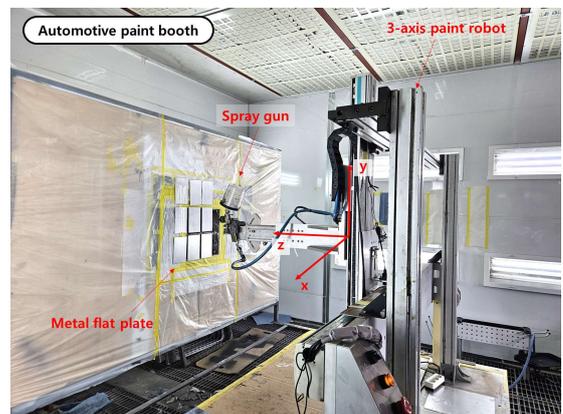
도장시편(피도물)은 자동차 강판재질과 동일한 냉간 압연 강판에 도장을 하고, 색측계를 이용하여 스프레이 건의 각도 및 거리에 따른 피도물의 색을 비교 하였다. 피도물의 크기는 가로 300 mm × 세로 300 mm × 두께 0.8 mm의 강판이다.

2.1 실험장치

실험시 도장 작업 환경을 일정하게 유지하기 위해 자동차

스프레이 부스 내에서 진행하였다. 스프레이 건은 S사의 중력식(Gravity type) 스프레이 건을 사용하였으며, 스프레이 건의 압력은 디지털 압력게이지와 레귤레이터를 통해 스프레이 건의 압력을 일정하게 유지하였다.

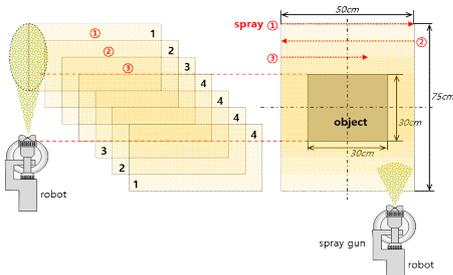
각 조건에 따른 피도물의 색을 비교하기 위해 베이스 코트는 K사의 자동차 보수도장용 수용성 도료를 사용하였다. 스프레이 건의 이송 속도, 스프레이 건과 피도물까지 거리 등을 일정하게 유지하기 위해서 그림1과 같이 3축 페인팅 로봇을 이용하여 실험하였다.



[그림 1] 3축 페인팅 직교 로봇

2.2 실험방법

3축 페인트 로봇에 스프레이 건을 장착하고 페인트 분사각도를 변경하기 위해 우측(시계방향)으로 각각 15°, 30°, 45°로 회전시키고 고정했다. 로봇 암의 이송 속도는 0.4 m/s이며, 겹침 간격은 5cm로 설정했다. 피도물과 스프레이 건 노즐의 거리를 각각 10cm, 12cm, 14cm, 16cm, 18cm로 정하여 각 거리별로 도장을 실시하였다. 각각의 피도물은 3회 도장하고 매회 20분씩 건조하였으며, 객관적으로 평가하기 위해 각 조건에 해당하는 시편을 5개씩 만들었다. 도장이 완료된 피도물은 메탈릭과 펄 도장에 특화된 분광 색측계를 이용하여 -15°, 15°, 25°, 45°, 75°의 6방향으로 Lab를 측정하였다.



[그림 2] 보수도장용 스프레이건과 3축 로봇

3. 결과

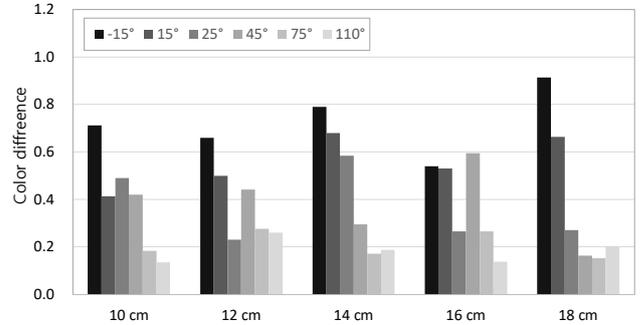
스프레이 건을 수직(0°)방향으로 도장한 피도물을 기준으로 하고, 시계방향으로 각각 15°, 30°, 45° 회전시킨 피도물과 비교하였으며, 스프레이 건과 피도물의 분사거리를 10cm, 12cm, 14cm, 16cm, 18cm로 설정하여 실험하였다. 완성된 피도물은 색측계를 이용하여 Lab의 값을 측정하고, 각 Lab값에 대한 차이 값을 색 차이 값(ΔE)로 나타냈다.

그림2의 (a), (b), (c)는 각각 15°, 30°, 45°의 스프레이 건 회전각도에 대한 색 차이 값(ΔE)이다. 15°에서는 ΔE 값의 평균 0.41 였으며, 최대값이 0.75 미만으로 육안으로 보았을 때 색의 차이를 구별하기 다소 어려웠다. 30°에서는 ΔE 평균이 1.09 으로 나타났으며, 스프레이 건의 거리가 14cm, 16cm, 18cm에서 색 차이가 큰 폭으로 상승했고, 특히 측정각도 -15°, 15°, 25°에서 색이 다르게 보였다. 45°에서는 ΔE 평균이 1.72 였으며, 전반적으로 ΔE 가 1.0 이상으로 색 차이가 확연하게 나타났다.

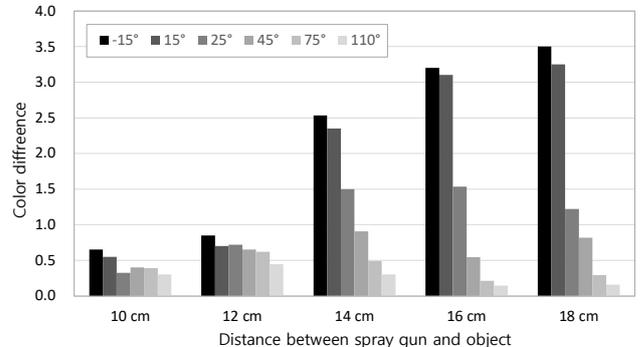
4. 고찰

본 논문에서는 3축 페인트 로봇을 이용하여, 스프레이 건의 분사 각도를 시계방향으로 회전시켰을 때 색 차이를 분석한 결과 다음과 같았다. 시계방향로 회전 시킬수록 명도(L)값이 커져 색이 밝아지는 경향을 보였으며, a*과 b*의 영향은 미비한 것으로 나타났다. 이는 분사각도를 회전 시킬수록 도로

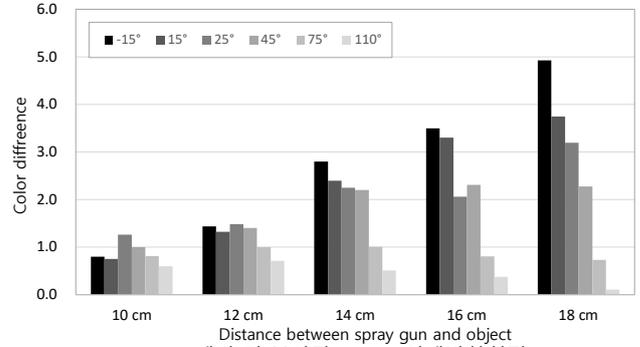
중 메탈릭 입자가 도장면 위쪽에 많이 분포되어 밝아진 것으로 판단된다. 또한, 색을 측정한 결과에 따르면 측면에서 관측했을 때 보다 정면 부근(측정각도 -15°, 15°, 25°)에서 관찰할 때 색 차이가 크게 나는 것으로 나타났다.



(a) 스프레이 건 분사각도 15° (시계방향회전)



(b) 스프레이 건 분사각도 30° (시계방향회전)



(c) 스프레이 건 분사각도 45° (시계방향회전)

[그림 3] 스프레이 건의 분사 각도에 따른 색 차이

Acknowledgement

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korean government (NRF-2022H1A7A2A02000033).

참고문헌

- [1] 박진용, 장성국, “자동차 보수도장 조색작업에서 저 광택 및 무광택 컬러의 클리어와 소광제 혼합비율 조절에 관한 연구”, 한국자동차공학회, 제27권 12호, pp.983-988, 12월, 2019년.